

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4870749号
(P4870749)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 22 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-507208 (P2008-507208)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成18年3月31日 (2006.3.31)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2008-536603 (P2008-536603A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成20年9月11日 (2008.9.11)		オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/IB2006/050987		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02006/111873		1
(87) 国際公開日	平成18年10月26日 (2006.10.26)	(74) 代理人	100070150
審査請求日	平成21年3月30日 (2009.3.30)		弁理士 伊東 忠彦
(31) 優先権主張番号	60/672, 630	(74) 代理人	100091214
(32) 優先日	平成17年4月18日 (2005.4.18)		弁理士 大貫 進介
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100145377
			弁理士 杉山 公一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プローブファームウェアにより設定される超音波診断撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

接続される超音波プローブに格納されたソフトウェアによってプログラムされる超音波システムであって：

ファームウェアデータを格納する記憶装置を有するプローブであり、前記ファームウェアデータは更にプログラムデータを有する、プローブ；

前記記憶装置を当該超音波システムに結合させるコネクタ；及び

前記プローブの記憶装置に格納されたファームウェアデータによって設定されるプログラム可能回路；

を有する超音波システム。

10

【請求項 2】

前記プログラム可能回路は、プログラム可能なデジタル回路又はプログラム可能なアナログ回路の少なくとも一方を有する、請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 3】

前記プログラム可能回路は、前記プローブに格納されたファームウェアデータに応答する F P G A を有する、請求項 2 に記載の超音波システム。

【請求項 4】

前記プログラム可能回路は、前記プローブに格納されたファームウェアデータに応答するプログラム可能なアナログ回路を有する、請求項 2 に記載の超音波システム。

【請求項 5】

20

前記ファームウェアデータは、プローブコネクタ内に配置された記憶装置に格納されている、請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 6】

前記プローブは更に、該プローブ内に配置された微小ビームフォーマを含む、請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 7】

前記記憶装置は前記ファームウェアデータを t t f ファイルとして格納する、請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 8】

前記プログラム可能回路は信号処理回路を有する、請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 9】

前記プログラム可能回路はインターフェース回路を有する、請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 10】

表示装置及び該表示装置に画像を表示するための表示ソフトウェアを含み、接続される超音波プローブに格納されたソフトウェアによってプログラムされる、超音波システムであって：

ファームウェアデータを格納する記憶装置を有する超音波プローブであり、前記ファームウェアデータは更にプログラムデータを有する、超音波プローブ；

前記記憶装置を当該超音波システムに結合させるコネクタ；及び

当該超音波システム内に配置され、前記プローブ内に格納されたファームウェアにตอบสนองする超音波信号収集サブシステム；

を有し、

前記収集サブシステムは前記ファームウェアデータによって設定される；

超音波システム。

【請求項 11】

前記超音波信号収集サブシステムは、前記プローブ内に格納されたファームウェアによって設定される F P G A を含む、請求項 10 に記載の超音波システム。

【請求項 12】

前記 F P G A は、前記プローブ内に格納されたファームウェアによって設定されるデジタルビームフォーマ回路を含む、請求項 11 に記載の超音波システム。

【請求項 13】

前記デジタルビームフォーマ回路は受信ビームフォーマを有する、請求項 12 に記載の超音波システム。

【請求項 14】

前記デジタルビームフォーマ回路は送信ビームフォーマを有する、請求項 12 に記載の超音波システム。

【請求項 15】

前記超音波信号収集サブシステムは、前記プローブ内に格納されたファームウェアによって設定されるプログラム可能なアナログ回路を含む、請求項 10 に記載の超音波システム。

【請求項 16】

前記プログラム可能なアナログ回路はプログラム可能フィルタを含む、請求項 15 に記載の超音波システム。

【請求項 17】

前記プログラム可能なアナログ回路は可変利得増幅器を含む、請求項 15 に記載の超音波システム。

【請求項 18】

前記超音波信号収集サブシステムは、前記プローブ内に格納されたファームウェアにตอบสนองするプログラム可能なアナログ回路及びプログラム可能なデジタル回路を有する、請求

10

20

30

40

50

項 10 に記載の超音波システム。

【請求項 19】

前記超音波信号収集サブシステムは実行時に設定される、請求項 10 に記載の超音波システム。

【請求項 20】

表示装置及び該表示装置に画像を表示するための表示ソフトウェアを含む超音波システムであって：

ファームウェアデータを格納するデータ記憶装置であり、前記ファームウェアデータは更にプログラムデータを有する、データ記憶装置；

ファームウェアデータによって設定可能なプログラム可能デバイスを有する超音波プローブ；及び

当該超音波システムの前記データ記憶装置を前記超音波プローブに結合させるコネクタ；

を有し、

前記超音波プローブのプログラム可能デバイスは前記ファームウェアデータによって設定される；

超音波システム。

【請求項 21】

前記超音波プローブは更にプローブ回路を含み；且つ

前記プログラム可能デバイスは前記プローブ回路と当該超音波システムとの間に結合されるインターフェース装置を有する；

請求項 20 に記載の超音波システム。

【請求項 22】

前記インターフェース装置は実行時にプログラムされる、請求項 21 に記載の超音波システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断撮像システムに関し、具体的には、超音波プローブに格納されたファームウェアによって設定可能な処理アーキテクチャを有する超音波システムに関する。

【背景技術】

【0002】

診断用超音波システムの多用途性は、該システムとともに使用され得るプローブの種類によってほぼ決定される。腹部及び小さい部分の撮像には一般にリニアアレイ振動子プローブが好まれ、心臓の撮像にはフェーズドアレイ振動子プローブが好まれる。プローブは 2 次元又は 3 次元撮像用に 1 D 又は 2 D アレイ型振動子を有し得る。例えば I V T 及び T E E プローブ等の留置 (indwelling) プローブが、例えば手術用プローブ等の特殊プローブのように、よく使用されている。各種のプローブは固有の周波数帯域で動作可能であり、且つ固有の開口 (アパーチャ) 及びアレイ素子数を有することができる。一部のプローブはグレースケール動作又は送信周波数での動作用に設計される一方で、他のプローブはカラードプラー撮像又は高調波撮像を実行することが可能である。プローブの特性及び機能のこの多様性は、多様なプローブと協働する処理システムは、異なるプローブが使用される度に再プログラムされなければならないことを意味する。これは、伝統的に、超音波プローブが新たなプローブを用いて動作させられる度に、特定プローブ用のソフトウェアをインストールすることによって行われてきた。プローブ用ソフトウェアはユーザが新たなプローブを入手する前にインストールされることがある。最新型プローブの全ての装備用のソフトウェアは、例えば、システムソフトウェアの更新が実行されたときにロードされることができる。しかしながら、これらの何れの手法も、超音波システムの専門家の訪問を必要としていた。特許文献 1 (Pflugrath 等) に記載されているように、超音波シ

10

20

30

40

50

システム用ソフトウェアを遠隔位置からインストールすることが可能にされ、サービス要員の訪問は不要になり始めている。例えばインターネット等の先進的なネットワークにより、サービス要員は超音波システムの設置場所に出張する必要なく、新たなプローブ用ソフトウェアをインストールすることが可能になった。

【 0 0 0 3 】

永年にわたって、プローブは、プローブコネクタの E P R O M に格納された例えば振動子駆動及び電力要求データ等の該プローブ自身の機載（オンボード）ソフトウェアを含んでいた。プローブが超音波システムに接続されると、システムはプローブコネクタを介してこのデータにアクセスし、プローブの振動子素子を適切な電圧で駆動するようにシステムの送信器を設定する（特許文献 2（Respaut）を参照）。近年、特許文献 3（Fraser 等）及び特許文献 4（Savord 等）に示されているように、自身のオンボード集積回路プロセッサを備えたプローブが開発されている。オンボード I C プロセッサは 2 D マトリックスアレイ型プローブに実質的に不可欠であり、これがないと、2 D マトリックスアレイ型プローブは、例えば、過大なサイズのプローブケーブル及び非常に多いチャネル数を有するビームフォーマなどの問題を浮き彫りにする。プローブ及びそのコネクタに I C の電力供給能力及び通信能力が存在することにより、また、記憶装置の小型化及び低コスト化により、更に広範囲に及ぶソフトウェアをプローブに格納することが実用的な方法になりつつある。例えば特許文献 5（Little 等）により、プローブコネクタ内の記憶装置にオペレーティングソフトウェアを格納し、システムの実行可能なコードを更新及びアップグレードすることが提案されている。特許文献 6（Marian）はこのリストを振動子使用データ、ユーザコメント、技術サポート及びプローブのメンテナンスデータを含むように拡張している。ギガバイトの大きさの今日の記憶装置は、新たなプローブ用ソフトウェアアップグレードの全ソフトウェアをプローブコネクタ内に格納することを可能にし、プローブが超音波システムに接続された時、システムはプローブコネクタからソフトウェアをアップロードしてインストールすることができる。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、このようなオンボードのプローブ用ソフトウェアの使用は超音波システムに制約を課すことになる。超音波システムはこのソフトウェアを受け入れ、該ソフトウェアをアップロードして適切にインストールすることができるよう設計されなければならない。さらに、超音波システムはプローブ用ソフトウェアによりプログラムされるように設計された固定のハードウェアを有していなければならない。超音波システムのビームフォーマが遅延表データを使用する場合、プローブは遅延データを要求される表の様式で格納しなければならない。しかし、システムのビームフォーマがビームフォーマの遅延の値を生成するためにランタイムアルゴリズムを使用する場合には、プローブ用ソフトウェアは要求されるアルゴリズム様式を有していなければならない。超音波システムの固定のハードウェアは、プローブに携えられたソフトウェアの性質を指定し且つ制限する。従って、プローブはオンボードソフトウェアを受け入れて使用するように設計されたハードウェアを有するシステムとともにのみ動作可能である。

【特許文献 1】米国特許第 5 6 0 3 3 2 3 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 4 8 6 8 4 7 6 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 6 3 7 5 6 1 7 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 5 9 9 7 4 7 9 号明細書

【特許文献 5】米国特許第 6 3 6 4 8 3 9 号明細書

【特許文献 6】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 0 2 6 5 7 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

本発明は、ファームウェアによって設定可能な超音波システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明原理に従って、超音波プローブは該プローブとともに動作するシステムを設定するために使用されるファームウェアを格納している。従来のソフトウェアは既存のハードウェアアーキテクチャの動作の初期化若しくは制御を行うパラメータ、又は既存のプロセッサ上で実行されるプログラムを提供するが、このような従来のソフトウェアと異なり、プローブ用ファームウェアは、例えば部品間の接続及びそれらのレイアウトなどの、ハードウェアアーキテクチャの特徴を実際に規定する。プローブに格納されたファームウェアは、例えばフィールド・プログラマブル・ゲートアレイ (F P G A) 又はプログラム可能なアナログデバイスの機能など、該プローブとともに動作するハードウェアアーキテクチャを規定するためにアクセスされ且つ使用される。この能力は、プローブのファームウェアによってプログラムされた後にも固有のハードウェアの特徴を有し、如何なる特定のプローブにも特化されない形態の超音波システムが実現されることを意味する。

10

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 7 】

先ず図 1 を参照するに、本発明原理に従って構築された超音波診断撮像システムがブロック図の形態で示されている。超音波プローブ10は、振動子素子アレイ12の圧電素子からの超音波を送信・受信する。撮像領域上に超音波ビームを導き、焦点を合わせるように、人体の平面領域を撮像する場合、素子の 1 次元 (1 D) アレイが使用されてもよく、人体のボリューム領域を撮像する場合には素子の 2 次元 (2 D) アレイが使用されてもよい。送信ビームフォーマがアレイの素子を作動させて超音波を対象に送信させる。超音波の受信に応答して生成された信号は受信ビームフォーマ14に結合される。このビームフォーマは個々の振動子素子からの信号を遅延させ且つ結合させ、コヒーレントなビーム形成されたエコー信号を形成する。プローブは、3 D 撮像のための 2 D アレイを含んでいる場合、米国特許第 6 7 0 9 3 9 4 号明細書に記載されているように、振動子素子の関連グループ (“ パッチ ”) からの信号を結合させることによって該プローブ内で部分的なビーム形成を行う微小ビームフォーマ (マイクロビームフォーマ ; microbeamformer) を含んでいてもよい。その場合、微小ビーム形成された信号が、ビーム形成 (beamforming) 処理を完了させるシステム内の主ビームフォーマ14に結合される。

20

【 0 0 0 8 】

ビーム形成されたエコー信号は、所望の情報に従って信号を処理する信号プロセッサ16に結合される。例えば、信号はフィルタリングされてもよく、且つ / 或いは高調波信号が処理のために分離除去されてもよい。処理された信号は関心ある情報を検出する検出器18に結合される。B モード撮像では、通常は振幅検出が使用され、スペクトルドップラー撮像及びカラードップラー撮像では、ドップラーシフト又は周波数が検出され得る。検出信号は走査変換器20に結合され、そこで、一般にデカルト座標系で、所望の表示様式に調整される。使用される一般的な表示様式は、扇形 (sector) 、直線、平行四辺形の表示様式である。走査変換された信号は、例えば持続性 (persistence) 処理などの更なる所望処理のために画像プロセッサに結合される。走査変換器 (scan converter) は一部の画像処理では迂回されてもよい。例えば、3 D データセット上での直接的な処理によって 3 D 画像データが画像プロセッサによりボリューム表示されるとき、走査変換器はバイパスされてもよい。結果的に得られた 2 次元又は 3 次元の画像は、画像メモリ24に一時的に記憶され、そこから表示プロセッサ26に結合される。表示プロセッサは、ドッキングステーションの画像ディスプレイ28又は可搬式システムの平面ディスプレイ38上に画像を表示するために必要な駆動信号を生成する。表示プロセッサはまた、グラフィックプロセッサ30からの例えばシステム構成及び動作情報、患者識別データ、及び画像収集日時などの図形情報に、超音波画像を重ね合わせる。

30

40

【 0 0 0 9 】

中央制御器40はユーザインターフェースからのユーザ入力に応答し、該中央制御器からビームフォーマ14、信号プロセッサ16、検出器18、及び走査変換器20へと引かれた矢印、並びにシステムのその他の部分を指し示す矢印42によって示されるように、超音波システ

50

ムの様々な部分の動作を調整する。ユーザ制御パネル44が中央制御器40に結合されるように示されており、それにより、操作者は中央制御器による応答のための命令及び設定を入力する。中央制御器40はまた交流電源32に結合されており、可搬式超音波システムがドッキングステーションにドッキングされたときに、該可搬式システムの電池36を充電する電池充電器34に電力供給させる。

【0010】

中央制御器40はまた、該中央制御器への“ドッキング/非ドッキング”入力により示されるように、可搬式超音波システムがドッキングされているか否かを差し示す信号に応答する。この信号は、ドッキング/非ドッキングボタン、可搬式システムがドッキングされているか否かで状態を変化させるスイッチ、又はその他の好適なドッキング/非ドッキング状態のセンサーを操作者が押すことによって供給され得る。可搬式超音波システムがドッキングステーションにドッキングされていることが中央制御器に通知されると、中央制御器はユーザ制御パネル44からの入力に応答して、ドッキングステーションのディスプレイ28上に画像を表示させる。ドッキング中、中央制御器はまたグラフィックプロセッサ30を制御し、ユーザ制御パネル44の制御具の制御機能を再現する如何なるソフトキー制御についても、その表示を省略する。中央制御器は交流電源32及び充電器34に、可搬式超音波システムがドッキングされているとき、電池36を充電し、且つ/或いはドッキングされた可搬式システムにドッキングステーションの電源から電力供給するように命令してもよい。

【0011】

可搬式超音波システムがドッキングされていないことが中央制御器に通知されると、これらの制御の特徴は異なったものにされる。この場合、ドッキングステーションの制御パネル44からユーザ命令が受け取られないことは制御器に知られている。制御器は、この場合、超音波信号経路により生成された超音波画像とともに、制御パネル44の制御の一部又は全てを、必要時に、可搬式システムのディスプレイ38に表示させる。交流電源32及び充電器34はドッキングステーションに常駐するサブシステムであり、もはや制御されない。プローブは、この場合、ドッキングステーションのコネクタを介してではなく、可搬式システムのプローブコネクタを介して制御されることになる。可搬式超音波システムは完全に独立型の超音波システムとして動作可能である。

【0012】

故に、この実施形態において、図1の構成要素の区分けは以下になることがわかる。中央制御器40、ビームフォーマ14、信号プロセッサ16、検出器18、走査変換器20、画像プロセッサ22、画像メモリ24、表示プロセッサ26、グラフィックプロセッサ30、平面ディスプレイ38及び電池36は可搬式超音波システム側にある。制御パネル44、ディスプレイ28、交流電源32及び充電器34はドッキングステーション側にある。他の実施形態においては、これらのサブシステムの区分けは設計目標に応じて、これとは異なるように為されてもよい。

【0013】

図2A及び2Bは、本発明原理に従って構築されたドッキングステーション50を例示している。このドッキングステーション50は、従来のカート型超音波システムとかなり似通っており、ユーザ制御パネル44を調整可能支持体46上に支持するベースユニット52を備えている。支持体46は様々なユーザに快適さを提供するように制御パネルの高さを上下させることができる。ドッキングステーションのディスプレイ28は制御パネル44の上方に取り付けられており、好ましくは調整可能な支持体上に取り付けられている。この目的を果たす調節可能な支持体については米国特許出願第60/542893及び国際出願第IB2005/050405に明確に記載されている。ベースユニット52は、超音波システムが使用する例えばプリンター、ディスクドライブ及びビデオ録画機などの周辺装置を収容している。ドッキングステーション50は検査室内や患者用ベッドの脇まで車輪54で転がることができる。ベースユニットはまた交流電源32及び電池充電器34を収容している。ベースユニットはまた超音波システムをデータネットワークに接続する接続を有していても

よい。

【 0 0 1 4 】

ベースユニット52は前面に、可搬式超音波システム60が配置され得る包囲部58を有している。典型的な可搬式超音波システム60が図2Cに示されており、この実施形態においては、システムは画面38及びキーボード162を備えたラップトップ型PCとして構成されている。他の実施形態においては、可搬式超音波システムはノート型PC、又は画面が数個のボタンのみで囲まれ、ユーザインターフェースの大部分が表示画面上のソフトキーであるタブレット型PCとして構成されることも可能である。可搬式超音波システム60が包囲部58に挿入されると、可搬式システム60のコネクタがドッキングステーションの対を為すコネクタに嵌合される。この嵌合により、可搬式システムの中央制御器40に供給される“ドッキング”制御信号が直接的あるいは間接的にもたらされる。コネクタはまた制御パネル44、ディスプレイ28、及び交流電源32への必要な接続とともに、可搬式システムの電池36の充電器34への接続を提供する。このコネクタ又は他のコネクタはまた、可搬式システムをドッキングステーションの1つ又は複数のプローブコネクタ56に接続してもよい。他の例では、プローブは、可搬（ポータブル）モードにあるとき、プローブコネクタが可搬式システム60と嵌合することを可能にするベースユニット52側部の開口部によって、可搬式システムに直接的に接続されてもよい。

10

【 0 0 1 5 】

本発明の一実施形態において、超音波プローブは先述の特許文献3（Fraser等）及び4（Savord等）に記載されているようなマトリックスアレイ型プローブを有する。図3はマトリックスアレイ型プローブを示しており、このプローブは、2次元アレイ振動子を収容したプローブ本体70、ケーブル72、及び、例えばコネクタ56等の超音波システムのコネクタと対を為すコネクタ74を含んでいる。マトリックスアレイ型プローブは、この例示においては生体構造78を含んでいる円錐状の領域76のようなボリューム領域を走査することが可能である。マトリックスアレイ型プローブは振動子アレイだけでなく、プローブによって受信される信号のビーム形成の少なくとも一部を実行する微小ビームフォーマ回路をも含んでいる。マトリックスアレイ型プローブはまた、ボリューム領域、又はボリューム領域を占める幾つかの平面、の何れかの画像群である3次元撮像を行い得る2次元アレイ振動子を効率的且つコンパクトに使用することが可能である。ビーム形成の一部がプローブにて行われるとき、マトリックス型プローブが接続されて動作する超音波システムに課される処理負荷が軽減される。

20

30

【 0 0 1 6 】

可搬式超音波システムが、例えばラップトップ型又はノート型PC等の標準的な可搬式PCから構成されるとき、多数の効果を得ることができる。通常得られる効果の1つはコストである。例えば図2Cに示されたラップトップ型PCの処理能力と既存パッケージとを活用することにより専用の実装部品は不要となるので、可搬式システムのコストが削減される。信号処理の殆ど、表示処理の全て、及びユーザインターフェース制御は、可搬式PC装置のマイクロプロセッサと、例えばRAM、ネットワーク及び周辺接続及びディスクドライブ等のその付随部品とを用いて実行されることが可能である。可搬式PCの電源は、超音波プローブを含む可搬式超音波システム全体に電力供給することができる。画像はユーザインターフェース用のソフトキーとともに、可搬式PC装置60の平面ディスプレイ38上に表示されることが可能である。標準的なPC装置制御のキーボード及び指示装置は、可搬式超音波システムを制御するように適応されることが可能である。さらに、ラップトップ型PCをドッキングステーションにインターフェース接続するコネクタは十分に開発されており且つ商業的に入手可能であるので、システム開発のコストが削減される。ラップトップ型PCパッケージにて実現されるとき、ラップトップ型PCの従来からのキーボード及び制御具162が、ラップトップ型キーボードに一般に一体化されているタッチパッド又は手動操作式指示装置を含めて使用され得る。可搬式超音波システムのディスプレイ38は、タッチスクリーン式ディスプレイに少なくとも部分的にあるいは全体的に変更され得るラップトップ型PCの従来からの平面ディスプレイ38によって設けられる。

40

50

【 0 0 1 7 】

可搬式超音波システムに関するラップトップ型又はノート型のＰＣパッケージの他の利点は、マトリックスアレイ型プローブ又は１Ｄアレイプローブへのインターフェース接続に都合が良いことである。図４は、第１のこのようなインターフェースをブロック図の形態で示している。この実施形態において、インターフェースは、微小ビームフォーマに続く超音波システムの超音波収集部を有しており、本発明原理に従って構築されている。固定のハードウェア構成として構築される代わりに、この収集サブシステムはプログラム可能なアナログ及びデジタルのハードウェアから成り、その構成はプローブによって提供されるファームウェアにより決定される。このハードウェアは、設定される以前は、超音波サブシステムとしては未だ機能しない、関連性のない部品又はモジュールの集合であってもよい。例えばＦＰＧＡにおいて、これらの部品及びモジュールは、論理ゲート、マルチプレクサ、加算器、カウンタ、乗算器、記憶装置、ＦＩＦＯ、ＦＩＲフィルタ、及び超音波システムにて有用な部品などのデバイスであり得る。プローブからのファームウェアを用いて設定されるとき、プローブに必要とされる超音波サブシステムになるように部品群が相互接続され、レイアウトされ、そしてクロックされるので、汎用ハードウェアが超音波システムの特徴を有することになる。特定のプローブ用の超音波サブシステムに必要な部品のみを結集させればよいファームウェア設定処理により、可搬式超音波システムで大きな意義を有する消費電力を削減することが可能である。超音波機能を実行するようにプログラム可能な部品が現に呼び出されているとき、ハードウェアのファームウェア設定は実行時まで待って行われ得る。

10

20

【 0 0 1 8 】

図４においては、超音波収集サブシステムは、プログラム可能なアナログハードウェアとプログラム可能なデジタルハードウェアとの双方を有している。左側の破線202はプログラム可能な収集サブシステムの、例えばマトリックスアレイ型プローブ等のプローブへのインターフェースを示している。右側の破線204は、この収集サブシステムの、可搬式ＰＣのプロセッサへのインターフェースを示している。この実施形態においてはＰＣへのインターフェースはＵＳＢ接続を有しているが、例えばＰＣＭＣＩＡインターフェース等のパラレル接続もまた使用され得る。図４の実施形態において、ＰＣのインターフェースは、破線204の右側に示されたＵＳＢシリアルデータライン及びＵＳＢ直流（電力）ラインを含むＵＳＢ接続の標準ライン群に接続されている。故に、この実施形態の超音波プローブは、標準ＵＳＢインターフェースによって可搬式ＰＣに接続されているので、専用の非標準的なインターフェースと比較して、ＰＣへのインターフェースのコスト及び複雑性が低減される。

30

【 0 0 1 9 】

プローブ－ＰＣ間インターフェースは２種類の回路に分割され得る。破線204－206間の回路は、主として、必要に応じてデジタル回路モジュールとして製造されるデジタル回路である。破線202－206間の領域は、主として、必要に応じてアナログ回路モジュールとして製造されるアナログ回路の領域である。他の例では、双方のモジュールは共通のプリント回路基板上に製造されてもよい。このような１つ又は複数の基板は、標準的なラップトップ型ＰＣの例えば追加の電池又はディスクドライブ用部分などの区画に都合良く配置されることが可能である。故に、このインターフェースは、プローブと可搬式ＰＣとの間で使用される別個のモジュールボックスとしてではなく、ラップトップ型ＰＣのケース内に配置されるモジュールとして実現され得る。

40

【 0 0 2 0 】

この実施形態において、例示された収集回路はＵＳＢインターフェースによって可搬式超音波システムのマイクロプロセッサと交信する。他の実施形態においては、本願と同日出願の「ＰＣに基づく可搬式超音波診断撮像システム（PC-BASED PORTABLE ULTRASONIC DIAGNOSTIC IMAGING SYSTEM）」という発明名称の米国特許出願に記載されているように、例えばＰＣＭＣＩＡインターフェース等のパラレルデータインターフェースが用いられてもよい。ＵＳＢ直流（ＤＣ）ラインは電力制御回路212に結合されており、電力制

50

御回路212は直流電力をデジタル電力回路214及びアナログ電力回路216に分配する。デジタル電力回路214はデジタルモジュールのデジタル部品群に電力を分配する。該デジタル部品群には、この実施形態では、USBマイクロコントローラ210、並びに収集コントローラFPGA（フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ）220及びその付属部品である例えばRAM222が含まれる。USBマイクロコントローラ210は、USBデータライン上で可搬式PCと、そしてデータライン、クロックライン及び制御ライン上でFPGA220と、USBデータを交換する。USBマイクロコントローラは、FPGAと可搬式PCとがUSBポートを介して交信するための手段である。収集コントローラFPGAは、例えば送信及び受信ビーム形成、フィルタリング、復調、高調波分離、及び必要に応じて且つ十分なFPGA回路を仮定して、振幅及びノイズ又はドップラー検出などの、可搬式超音波システムの超音波収集機能の殆ど又は全てを実行するプログラム可能なハードウェアデバイスである。本発明原理に従って、FPGA220は、これら機能の一部又は全てをプローブに適合する形態で提供するように、プローブから提供されるファームウェアによってプログラムされる。

【0021】

アナログモジュール内にて、デジタルモジュールのアナログ電力回路216は電力調整回路240に結合されており、電力調整回路240はアナログモジュールの構成要素に電力を分配するとともに、プローブの電力分配回路に電力を供給するように接続されている。FPGA220はマトリックスアレイ型プローブの微小ビームフォーマへのビームフォーマ（BF）データ及びクロック信号をライン230上で供給する。この実施形態においては、これらのラインはアナログモジュールを通過してプローブと接続している。プローブの振動子素子の両極性信号は、FPGA220からライン228を介して供給され、増幅器252によって増幅され、そして送信／受信（T/R）スイッチ250によってプローブに結合される。プローブの振動子素子によって受信された超音波信号は、微小ビーム形成され、プローブ内で増幅され、そして送信／受信スイッチ250を介してアナログモジュールのプログラム可能アナログ回路に結合される。受信信号は、先ず、ライン263上のプローブからの周波数制御信号によってプログラムされるプログラム可能な高調波フィルタ262を通過する。プローブが送信周波数の第二高調波帯域などの高調波帯域にある信号を受信しているとき、高調波フィルタ262は、図中に応答特性として例示されているように、基本周波数帯域より高いカットオフを有するようにプログラムされる。基本周波数の撮像が行われるべきとき、高調波フィルタ262は受信エコー信号の基本周波数を通過させるようにプログラムされる。

【0022】

信号は別のプログラム可能アナログ部品セットである可変利得増幅器群264に結合される。これら増幅器の利得は、部分的に、ライン265上のプローブからの利得制御信号によって制御される。これら増幅器の利得はまた、FPGAからのデジタルTGC信号により設定されるライン266上のTGC利得制御信号によっても制御される。また、デジタルTGC信号はTGC用DAC242によってアナログ様式に変換される。増幅された信号はプログラム可能なアンチエイリアス処理（ナイキスト）フィルタセット268に結合される。これらのフィルタ268は、ライン269上のプローブからの周波数制御信号によって、より高い周波数の信号を減衰させるカットオフを有するようにプログラムされる。より高い周波数の信号は、減衰されないと、デジタル化されたエコー信号中に望まれずして現れてしまうものである。このカットオフは、所望されるエコー信号の周波数とアナログ-デジタル変換器（ADC）244のプログラム可能なサンプリング速度とによって決定される。エコー信号はADC244によってデジタル化され、FPGA220に結合される。

【0023】

本発明の一実施形態における使用に適したアナログ部品には、サイプレスセミコンダクター社のpSOC部品ファミリーが含まれる。再構成可能なアナログハードウェアは、システム回路が特定のプローブの要求を満たすように設定されることを可能にする。例えば、アナログフィルタのカットオフ周波数は振動子素子の共振周波数及び帯域に整合されることができる。アナログ利得はプローブ素子の感度に整合されることが可能である。フロ

10

20

30

40

50

ントエンド回路の信号対雑音比とダイナミックレンジとの間にはトレードオフが生成され得る。ハードウェアは相異なるプローブで相異なる目的のために使用されることが出来る。例えば、1つのプローブ用の帯域通過フィルタは別の1つのプローブ用のナイキストフィルタとして再構成され得る。固定のハードウェア構成が必要とするように、常にシステム内にこのような回路を2つ有する必要はない。故に、不要な回路が除去され、電力消費が削減される。

【0024】

この実施形態において、TGC制御は分割されて信号経路内の様々な箇所に与えられる。可変利得増幅器264に与えられるTGC制御に加え、TGC制御はまたTGC用DAC242により生成される第2のTGC信号によってもたらされる。このTGC信号は増幅器246により増幅され、プローブの微小ビームフォーマに結合される。このTGC信号は微小ビームフォーマにて、プローブ内での受信エコー信号の予備的な増幅に使用される。TGC制御の一部はまたFPGA220にてデジタル的に実行される。

【0025】

典型的な構成において、プローブ内の何ダース又は何百という振動子素子によって受信される超音波は先ず微小ビーム形成され、より少ない数の超音波信号チャネル、例えば8、16又は32個のチャネル、に組み合わされる。これら8、16又は32チャネルの最終的なビーム形成は、必要に応じて8チャネル、16チャネル又は32チャネルの受信ビームフォーマとしての構成用に、この実施形態ではプローブから提供されるファームウェアによってプログラムされたFPGA220によって実行されてもよい。最終ビーム形成されたライン信号は、上述のようにFPGAにて他の信号処理を施されてもよく、画像処理及び可搬式超音波システムのディスプレイ38上での表示のためにUSBインターフェース上で可搬式PCに結合される。本発明原理に従ってプローブのファームウェアによってプログラムされるFPGAは、図5に詳細に示されている。上述のように、FPGAは、ファームウェアによって所望のシステム構成に構成されることが可能な、例えば論理ゲート、マルチプレクサ、加算器、カウンタ、乗算器、記憶装置、FIFO及びFIRフィルタ等の部品及びモジュールを有していてもよい。機能に加え、電力消費もこの処理によって制御されてもよい。何故なら、デバイスにより消費される電力は、所与の構成での使用のために接続されクロックされる部品及びモジュールの関数となるからである。図5の実施形態において、ファームウェアはプローブによって収集されるべき画像フレームを規定するフレームテーブル320を定めている。そして、フレームテーブルは、画像フレームの各超音波ラインのタイミングを規定するラインタイマー322に結合されている。フレームテーブル及びラインタイマーは、スレーブインターフェース330に結合されたバス352及び354に結合されている。そして、スレーブインターフェース330はUSBマイクロコントローラ210にインターフェース接続されており、USBマイクロコントローラ210が可搬式超音波システムのプロセッサとデータの受け渡しを行う。ホストバス制御器326はこれらの伝送を支援する。シリアルポートインターフェース(SPI)342及びI²Cインターフェース344の2つのバスインターフェースは、FPGAバス352及び354と外部のデータバスとの間の伝送を可能にする。

【0026】

プログラムされたFPGAと協働するプローブの動作はプローブ制御器334によって指示される。TGCデータはTGC制御器332によってアナログ回路及びプローブに伝送される。プローブによる送信イベントのタイミングは送信制御器336によって制御される。プローブ及びADC244からのエコー信号は、ADCインターフェース302を介してFPGA回路に結合される。このインターフェースのサイズは、プローブから受け取られるエコーデータに必要なビームフォーマチャネル数に応じて、プローブからのファームウェアによって決定される。ビームフォーマ内でFPGAビームフォーマチャネル毎に1つのFIFOが使用され、FIFO304a - 304nの数もまたファームウェアによって決定される。FIFOの長さ及びクロック速度もまた、プローブの開口からのエコーを導き且つフォーカシングするために必要な遅延長となるようにファームウェアによって決定される。遅延さ

れたチャネル信号は加算器構成306によって加算され、加算された信号は必要な検出の種類（例えば、振幅検出又はドップラー位相シフト検出）用に構成された検出器310によって検出される。検出されたエコー信号はバス354上で、バースト伝送制御器324の制御下にあるインターフェース330を介して、可搬式超音波システムのプロセッサに伝送される。

【0027】

プローブの記憶装置300からのファームウェアデータを結合させる手法は幾つか存在する。この実施形態において、記憶装置300はEEPROMとして示されている。他の例では、記憶装置は例えばSDフラッシュカード等のフラッシュメモリカードとしてもよい。1つの手法は、I²Cインターフェース344に結合されたFPGAのI²Cポートに結合されたI²Cバスによるものである。他の手法は、USBマイクロコントローラ210用のデータを有するEEPROM211が結合されたUSBマイクロコントローラ210に結合されたI²Cバスによるものである。後者の場合、ファームウェアデータはマイクロコントローラ210からFPGAへFPGA設定ライン221上で結合される。プローブのファームウェアは、論理接続とFPGA220内のプログラム可能回路の状態とのパターンを提供し、例えばレイアウト等の設定パラメータと、FPGA内のデジタル回路の動作及びその外部部品との相互作用とを指定する。これらの回路は、例えば、デジタルフィルタリング及び相関などの高速で効率的な信号処理機能を実現するために使用され得る。典型的に、プローブに格納されたFPGA設定は、例えばアスキーの“t t f”ファイル等の幾つかの工業標準のフォーマットの何れかに含まれる。

【0028】

表1は、プログラム可能なハードウェアによってプログラムされることが可能な多数の超音波システム機能を例示している。

【0029】

可搬式超音波システムは、例えば本願と同日出願の「ドッキングステーションを備えた可搬式超音波診断撮像システム（PORTABLE ULTRASONIC DIAGNOSTIC IMAGING SYSTEM WITH DOCKING STATION）」という発明名称の米国特許出願に記載されているようなユーザインターフェースによって制御される。可搬式超音波システム60がドッキングステーション50にドッキングされると、プローブは、ドッキングステーションと可搬式超音波システムとの間の接続用コネクタによるドッキングステーションのプローブコネクタ56とアナログモジュールとの間のマルチプレクサによってアナログモジュールに接続され得る。ドッキングされたとき、超音波システムは接続用コネクタに結合された制御具群を有する制御パネル44によって制御され、超音波画像がドッキングステーションのディスプレイ28上に表示される。

【0030】

認識されるように、本発明概念は超音波システムにて異なるように用いられることもできる。例えば、FPGA及び/又はプログラム可能アナログ回路は、プローブ内のプローブ回路へのインターフェースとして使用されることができ、プログラム可能デバイス用の対応するファームウェアデータはプローブ内ではなく超音波システム内に格納されることができる。プローブが超音波システムに接続されると、システム内のファームウェアはプローブに結合され、プローブ内のインターフェースを該ファームウェアを提供する該超音波システムに適するようにプログラムする。この実施形態において、仕様決定されるべきインターフェースを有するプローブは、該プローブが接続される超音波システムによって定められるインターフェースを有することになる。それにより、プローブが多様な超音波システムにインターフェース接続されることが可能になる。同様に、プローブ内の設定可能な回路は超音波システム又はプローブコネクタに格納されたファームウェアによって設定されることが可能である。

【0031】

表 1: プログラム可能な超音波システムハードウェア

- ーデジタルビームフォーマ
- ー送信パルス生成
 - ー遅延分解能
 - ー開口
- ー受信信号処理
 - ーADCサンプリング速度
 - ーサブサンプル補間
 - ー平均化
 - ーデジタルフィルタリング
 - ー全エレメントグループ遅延バッファ深さ
 - ー受信ダイナミックフォーカス遅延更新エンジン
 - ーテーブル
 - ーアルゴリズム
- ー微小ビームフォーマ・ダウンロードコントローラ
 - ーダウンロードクロック：
 - ー位相設定
 - ーデューティサイクル
 - ー周波数
 - ー微小ビームフォーマ係数フォーマット
 - ー係数データパッキング手法
- ー微小ビームフォーマ操作
 - ー送信及び受信クロック：
 - ー位相
 - ーデューティサイクル
 - ー周波数
 - ーダイナミックフォーカス更新信号生成
- ー走査制御
 - ーフレーム生成（フレームテーブル）
 - ーライン生成（ラインタイマー）
- ー信号処理
 - ーエコー画像検出器
 - ーカラーフロー検出器
 - ーPWドップラー検出器
 - ー特別処理モード
 - ーコントラスト・マルチライン
 - ースプライシング
- ー走査変換
 - ー表示フォーマット
 - ー補間

- 電力監視回路
- サームスタ監視回路
- 受信増幅器設定
- 可変利得（TGC）段
- 高調波フィルタ
- エイリアシング防止フィルタ
- CW受信処理
- 送信パルス波形発生器

50

【 0 0 3 2 】

【図 1】本発明原理に従って構築された超音波診断撮像システムを例示するブロック図である。

【図 2 A】図 1 のシステム用のカート型ドッキングステーションを例示する図である。

【図 2 B】図 1 のシステム用のカート型ドッキングステーションを例示する図である。

【図 2 C】図 2 A 及び 2 B のドッキングステーションとともに使用されことに適した、本発明に係る可搬式超音波システムを例示する図である。

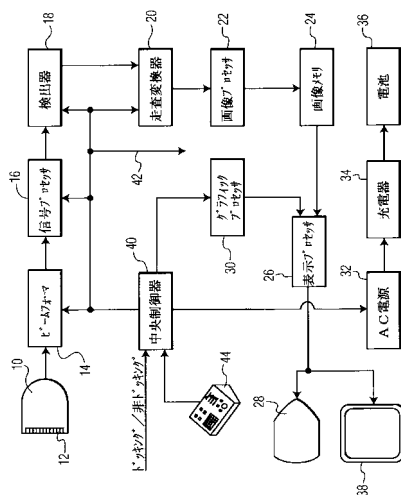
【図 3】3 次元撮像用プローブ及びコネクタを例示する図である。

【図 4】本発明原理に従って構築された可搬式超音波システムの収集サブシステムをブロック図の形態で例示する図である。

【図 5】本発明原理に従ってプローブ用ソフトウェアによって設定されるフィールド・プログラマブル・ゲートアレイの機能を例示する図である。

10

【 図 1 】



【 図 2 A 】

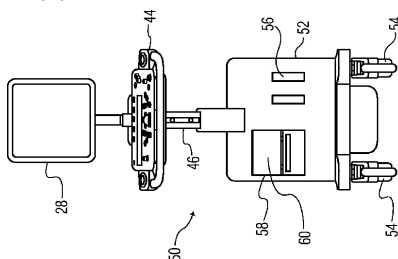


FIG. 2A

【 図 2 B 】

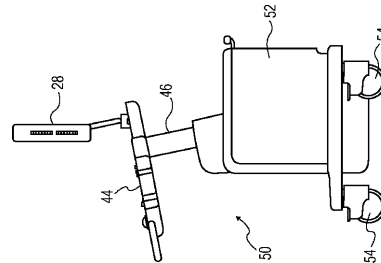


FIG. 2B

【 図 2 C 】

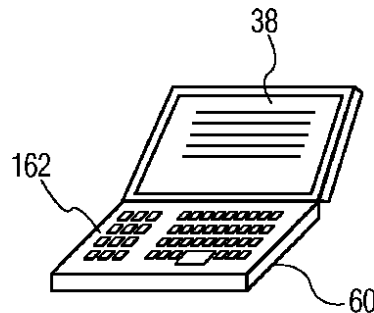


FIG. 2C

【図 3】

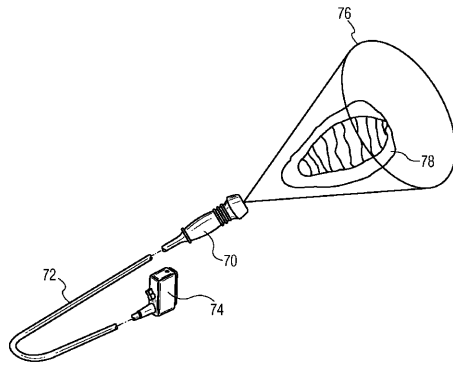
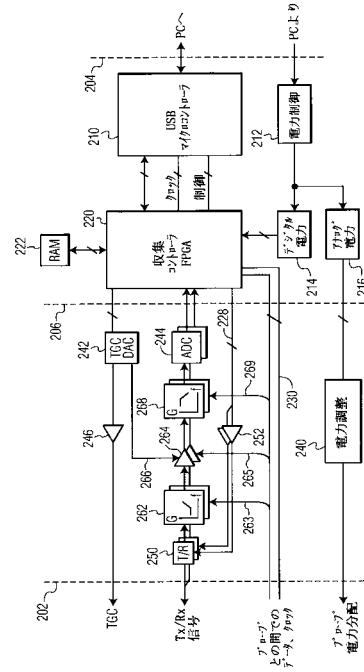
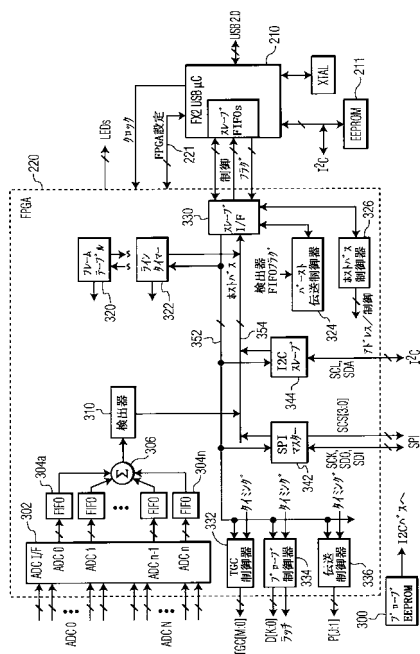


FIG. 3

【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 ポーランド, マッキー ダン
アメリカ合衆国 ワシントン州 98041-3003 ボセル ピー・オー・ボックス 300
3

審査官 富永 昌彦

(56)参考文献 特開2004-229979(JP, A)
特開2003-010180(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00

专利名称(译)	由探针固件设置的超声诊断成像系统		
公开(公告)号	JP4870749B2	公开(公告)日	2012-02-08
申请号	JP2008507208	申请日	2006-03-31
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
[标]发明人	ポーランドマッキーダン		
发明人	ポーランド,マッキー ダン		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4405 A61B8/00 A61B8/4411 A61B8/4427 A61B8/4433 A61B2560/0271 A61B2560/0456 G01S7/52079 G01S7/52096 G01S15/899		
FI分类号	A61B8/00		
代理人(译)	伊藤忠彦 杉山浩一		
优先权	60/672630 2005-04-18 US		
其他公开文献	JP2008536603A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声诊断成像系统 (50) 包括可以由固件数据设置的模拟组件和/或数字组件。超声波探头 (10) , 用于设置所述超声系统的可编程设备与探针, 存储固件数据进行操作。固件数据在运行时从探头上传, 用于设置使用探头操作的模拟和/或数字部件。

